

Helsinki 23.10.2000

REC'D 08 NOV 2000

WIPO

PCT

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT



Hakija  
Applicant

Natural Colour Kari Kirjavainen Oy  
Tampere

Patenttihakemus nro  
Patent application no

19991934

Tekemispäivä  
Filing date

10.09.1999

Kansainvälinen luokka  
International class

B29D

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä ja laitteisto muovikalvon valmistamiseksi ja muovikalvo"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Marketta Tehikoski  
Apulaistarkastaja

Maksu 300,- mk  
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

## MENETELMÄ JA LAITTEISTO MUOVIKALVON VALMISTAMISEKSI JA MUOVIKALVO

Keksinnön kohteena on menetelmä muovikalvon valmistamiseksi, missä menetelmässä suulakepuristetaan muovikalvo, sekoitetaan muovikalvon muovin sekaan ennen suulakepuristusta materiaalia, jonka vaikutuksesta venytettävään muovikalvoon muodostuu kavitaatiokuplia ja orientoidaan muovikalvo suulakepuristuksen jälkeen venyttämällä.

Edelleen keksinnön kohteena on laitteisto muovikalvon valmistamiseksi, mihin laitteistoon kuuluu suulakepuristin ja ainakin yksi orientointilaitte suulakepuristetun kalvon orientoimiseksi.

Vielä keksinnön kohteena on muovikalvo, jossa on kuplia, joiden halkaisija on korkeintaan noin 100 mikrometriä ja korkeus korkeintaan noin 10 mikrometriä, jolloin muovikalvoon on kohdistettu venytys ja muovikalvon muovin sekaan on sekoitettu materiaalia, jonka vaikutuksesta venytettyyn muovikalvoon on muodostunut kavitaatiokuplia.

Muovikalvon tekeminen siten, että se ekstrudoidaan ja sen jälkeen orientoidaan on tunnettua esimerkiksi US-patenteista 3 244 781 ja 3 891 374. Kyseisillä ratkaisuilla on kuitenkin ohuiden ja erityisesti ohuiden vaahdotettujen kalvojen tekeminen hankalaa.

EP-julkaisussa 0 182 764 on esitetty ohut polypropeenikalvo, jossa on noin 80 mikrometriä pitkiä ja 50 mikrometriä leveitä litteitä kiekkomaisia kuplia. Kalvo valmistetaan suulakepuristamalla kemiallisesti tai kaasun avulla vaahdotettua materiaalia ja orientoimalla suulakepuristettu materiaali tämän jälkeen biaksiaalisesti. Tällöin saadaan aikaan ominaisuuksiltaan erittäin monipuolinen ja monikäyttöinen muovikalvo. Muovikalvon vaahtoutusaste on kuitenkin alle 50 %, mistä johtuen kalvon ominaisuudet eivät kaikkiin sovelluksiin ole riittävän hyviä.

US-patentissa 3 634 564 on esitetty vaahdotetun kalvon orientoimisen kuidutetun kalvon aikaansaamiseksi. Vaahdotettu kalvo muodostetaan sekoittamalla muovimateriaalin sekaan vaahtoa muodostavaa ainetta. Vaahtoutuva aine ekstrudoidaan, jolloin muodostuu vaahtoutunut kalvo, joka venytetään. Aikaansaatavan kalvon kuplat ovat kuitenkin varsin suuria.

US-patentissa 4 814 124 on esitetty polyolefiinista ja täyteaineesta tehty kalvo, jota venytetään siten, että saadaan aikaiseksi kaasualäpäisevä huokoinen kalvo. Tällaisen kalvon vaahtoutusaste ei kuitenkaan ole riittävän

hyvä, eikä tällaisen huokoisen kalvon mekaaniset ominaisuudet ole riittävän hyviä esimerkiksi akustisiin sovellutuksiin.

Edelleen ei tunnettuja ratkaisuja käyttäen pystytä tekemään ohuita kalvoja käyttäen materiaalina polymetyylipenteeniä tai syklistä olefiinikopoly-  
5 meeriä.

Tämän keksinnön tarkoituksena on saada aikaan erittäin hyvä, ohut, vaahdotettu muovikalvo ja yksinkertainen ja luotettava menetelmä ja laitteisto kyseisen muovikalvon aikaansaamiseksi.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, että  
10 orientoinnin jälkeen saatetaan muovikalvoon vaikuttamaan paineistettu kaasusiten, että kaasua diffundoituu kavitaatiokupliin, jolloin muovikalvoon muodostuu kaasua sisältäviä kuplia.

Edelleen keksinnön mukaiselle laitteistolle on tunnusomaista se, että laitteistoon kuuluu ainakin yhden orientointilaitteen jälkeen sovitettua kaasu-  
15 sunsyöttövälineet paineistetun kaasun syöttämiseksi muovikalvoon venyttämällä tapahtuvan orientoinnin jälkeen siten, että syötetty kaasua diffundoituu muovikalvoon venytyksessä muodostuviin kavitaatiokupliin, jolloin muovikalvoon muodostuu kaasua sisältäviä kuplia.

Vielä keksinnön mukaiselle muovikalvolle on tunnusomaista se, että  
20 muovikalvoon on kohdistettu venytyksen jälkeen paineistetun kaasun painesiten, että kuplat sisältävät kyseistä kaasua ja jolloin muovikalvon vaahdotusaste on yli 70 %.

Keksinnön olennainen ajatus on, että suulakepuristimella puristetaan muovimateriaalista kalvo ja että muovin sisään on sekoitettu materiaalia  
25 siten, että muovia venytettäessä muovin sekaan sekoitettujen materiaali-  
partikkeleiden yhteyteen muodostuu kavitaatiokuplia. Kalvo orientoidaan venyttämällä ja sen jälkeen kalvoon johdetaan korkealla paineella kaasua siten, että kaasua diffundoituu kavitaatiokupliin ja muodostaa niissä ylipaineen. Erään edullisen sovellutusmuodon ajatuksena on, että ensimmäisen orientaation ja  
30 kaasun syöttämisen jälkeen muovikalvo orientoidaan venyttämällä ensimmäiseen orientointisuuntaan nähden olennaisesti kohtisuoraan suuntaan, jolloin kavitaatiokuplissa oleva ylipaine saadaan vapautumaan ja kuplat laajene-  
maan.

Keksinnön etuna on, että saadaan aikaan erittäin ohuita esimerkiksi  
35 noin 70 - 90 prosenttisesti vaahdotettuja kalvoja kohtuullisen yksinkertaisesti. Korkean vaahdotusasteen etuna on, että kalvon sähköiset ja mekaaniset omi-

naisuudet ovat erittäin hyviä. Koska kalvo ohenee orientoitaessa sitä venyttämällä, diffundoituu kaasu orientoituun kalvoon oleellisesti nopeammin kuin orientoimattomaan kalvoon eli syöttämällä kaasua vaikuttamaan kalvoon vasta orientoinnin jälkeen saadaan kaasua syötettyä kalvoon erittäin tehokkaasti.

5 Edelleen etuna on, että menetelmällä ja laitteella pystytään tekemään kalvoa, jonka materiaali on esimerkiksi polymetyyลิปентeeni tai syklinen olefiinikopolymeri tai näiden yhdistelmä.

Keksintöä selitetään tarkemmin oheisissa piirustuksissa, joissa  
 10 kuvio 1 esittää kaavamaisesti erästä keksinnön mukaista laitteistoa sivultapäin katsottuna ja poikkileikattuna,

kuvio 2 esittää kuvion 1 mukaista laitteistoa ylhäältäpäin katsottuna ja osittain poikkileikattuna,

kuvio 3 esittää kuvion 1 mukaisen laitteiston yksityiskohtaa linjaa A-A pitkin poikkileikattuna,

15 kuvio 4 esittää kuvion 1 mukaisen laitteiston yksityiskohtaa linjaa B-B pitkin poikkileikattuna,

kuvio 5 esittää kuvion 1 mukaisen laitteiston yksityiskohtaa linjaa C-C pitkin poikkileikattuna,

20 kuvio 6 esittää kaavamaisesti erästä keksinnön mukaisessa laitteessa käytettävää suulakepuristinta ylhäältäpäin katsottuna ja poikkileikattuna,

kuvio 7a esittää keksinnön mukaisella laitteella suulakepuristettua muovikalvoa ennen kalvon orientaatioita sivultapäin katsottuna ja poikkileikattuna,

25 kuvio 7b esittää keksinnön mukaisella laitteella puristettua muovikalvoa pituussuuntaisen orientaation jälkeen sivultapäin katsottuna ja poikkileikattuna,

kuvio 7c esittää kaavamaisesti kuvion 7b mukaista muovikalvoa ylhäältäpäin katsottuna ja

30 kuvio 7d esittää kaavamaisesti keksinnön mukaisella laitteistolla valmistettua muovikalvoa pituus- ja poikittaissuuntaisten orientaatioiden jälkeen ylhäältäpäin katsottuna.

Kuviossa 1 on esitetty keksinnön mukainen laitteisto sivultapäin katsottuna. Laitteistoon kuuluu suulakepuristin 1. Suulakepuristin 1 voi olla  
 35 esimerkiksi kartion muotoinen siten, että siinä on kartion muotoinen roottori 2, jonka ulkopuolelle on sovitettu ainakin roottorin 2 puoleiselta pinnaltaan kartion

muotoinen ulompi staattori 3, ja jonka sisäpuolelle on sovitettu ainakin roottorin 2 puoleiselta pinnaltaan kartion muotoinen sisempi staattori 4. Roottori 2 pyöriessään puristaa roottorin 2 ja staattorien 3 ja 4 välissä olevaa materiaalia ulos suulakepuristimesta 1 sinänsä tunnetulla tavalla. Selvyyden vuoksi ei  
 5 esimerkiksi roottorin pyörityslaitteita ja syöttölaitteita puristettavan materiaalin syöttämiseksi suulakepuristimeen 1 ole esitetty oheisissa kuvioissa. Suulakepuristimessa 1 voi olla useampikin kuin yksi roottori 2 ja useampiakin kuin kaksi staattoria 3 ja 4. Tällöin suulakepuristimella 1 voidaan puristaa monikerroksisia tuotteita. Yhden roottorin 2 ja kahden staattorin 3 ja 4 ratkaisulla voi-  
 10 daan tehdä kaksikerrostuotteita. Sisemmän staattorin 4 loppuosa on muodostettu leveäksi ja korkeussuunnassa suippenevaksi siten, että se yhdessä suuttimen 6 kanssa muodostaa kohtuullisen matalan ja leveän aukon, jonka läpi muovi 5a puristetaan. Suuttimen 6 jälkeen on sovitettu vielä kalibrointikappale 7, jossa olevien mutterien avulla raon korkeutta edelleen säädetään, jolloin  
 15 voidaan määrittää suulakepuristimesta 1 ulossaatavan muovikalvon 5 paksaus.

Suulakepuristimen 1 jälkeen muovikalvo 5 jäähdytetään jäähdytyslaitteella 8. Jäähdytyslaitteeseen 8 voi kuulua esimerkiksi jäähdytystela 9, joka on sovitettu jäähdytysväliainetta, esimerkiksi vettä, sisältävään jäähdytys säili-  
 20 öön 10. Muovikalvo 5 sovitetaan painautumaan jäähdytystelaa 9 vasten. Muovikalvon 5 ohjaamisessa kuvion 1 mukaisessa laitteistossa käytetään useassa kohtaa hyödyksi aputeloja 11.

Jäähdytyksen jälkeen muovikalvo 5 johdetaan konesuuntaiseen orientointilaitteeseen 12. Konesuuntaiseen orientointilaitteeseen 12 kuuluu  
 25 orientointitelat 13, joiden nopeudet säädetään sellaisiksi, että niiden avulla muovikalvoa 5 venytetään ja siten orientoidaan konesuuntaan. Haluttaessa voidaan kunkin orientointitelan 13 nopeutta säätää erikseen. Konesuuntaisessa orientointilaitteessa 12 voi myös olla lämmitysvälineet 14, kuten säteilylämmittimet, muovikalvon 5 lämmittämiseksi sinänsä tunnetulla tavalla. Muovi-  
 30 kalvoa 5 voidaan lämmittää myös orientointitelojen 13 avulla siten, että orientointiteloihin 13 johdetaan lämmitysväliainetta, kuten lämmitettyä öljyä siten, että orientointitelat 13 lämpiävät. Haluttaessa voidaan kunkin orientointitelan 13 lämpötilaa säätää erikseen.

Konesuuntaisen orientointilaitteen 12 jälkeen muovikalvo 5 johdetaan painekammioon 15. Paineekammioon 15 syötetään paineistettua kaasua, edullisimmin ilmaa, pumpun 16 avulla. Ilman sijaan voidaan syötettävänä kaa-

suna käyttää myös esimerkiksi typpeä tai jotain muuta kaasua tai kaasuseosta. Syötettävä kaasu voidaan valita myös haluttavien sähköisten ominaisuuksien mukaan. Tällöin esimerkiksi tuotteen läpilyöntilujuuden kannalta hyvä kaasu olisi rikkiheksafluoridi  $\text{SF}_6$  ja taas vastaavasti varattavuuden kannalta hyvä kaasu olisi esimerkiksi argon. Paineammion 15 alku- ja loppupäähän sovitetaan tiivistekammio 27. Tiivistekammio 27 vuotava kaasu voidaan imeä pumppuun 16 ja johtaa edelleen painekammioon 15 nuolien D mukaisesti. Pumpun 16 avulla nostetaan painekammion 15 paine halutulle tasolle. Paineammion 15 kaasunpaine on varsin pieni verrattuna esimerkiksi tyypillisiin vaahtoutusmenetelmiin. Paineammion 15 paine on edullisesti noin 10 baria, mutta se voi vaihdella esimerkiksi 3 ja 20 barin välillä. Kun painekammion 15 painetta nostetaan pumpun 16 avulla, nousee samalla lämpötila kaasun puristuessa painekammiossa 15. Tämä lämpö voidaan käyttää hyödyksi muovikalvon 5 lämmittämiseksi. Paineammiossa 15 voi olla myös esimerkiksi lämmitysvastukset, jotka on sovitettu lämmittämään muovikalvoa 5. Näin ollen painekammion 15 avulla pystytään sekä syöttämään kaasua muovikalvoon 15 että lämmittämään muovikalvoa 5 poikkisuuntaista orientointia varten. Käytettäessä kaasuna paineilmaa, voidaan järjestelmään imeä lisäilmaa laitteiston ulkopuolelta tiivistekammioiden 27 kautta nuolien E mukaisesti.

Muovikalvon 5 muovin 5a sekaan on sekoitettu sopivaa materiaalia, esimerkiksi kalsiumkarbonaattipartikkeleita, joiden vaikutuksesta orientaation yhteydessä muovimolekyylien ja sekoitetun materiaalin liitospinnat repeytyvät, mistä muodostuu kavitaatiokuplia. Kun orientoinnin jälkeen muovikalvoon 5 saatetaan vaikuttamaan paineistetun kaasun paine, kyseinen kaasu diffundoituu kavitaatiokupliin ja muodostaa niissä ylipaineen. Paineammiossa 15 paineistettu kaasu pääsee vaikuttamaan muovikalvon 5 molemmille puolille, jolloin muovikalvoon 5 muodostuu kaasukuplia tasaisesti.

Konesuuntaisen orientointilaitteen 12 ja painekammion 15 jälkeen muovikalvo 5 johdetaan poikkisuuntaiseen orientointilaitteeseen 17. Poikkisuuntaisessa orientointilaitteessa 17 muovikalvoa 5 venytetään poikkisuuntaan, eli orientointi tapahtuu olennaisesti kohtisuoraan suuntaan konesuuntaisessa orientointilaitteessa 12 tapahtuvaan orientointiin nähden. Poikkisuuntaisessa orientointilaitteessa 17 kuplissa oleva kaasun ylipaineen ja poikkisuuntaisen venytyksen johdosta kuplat pääsevät kasvamaan sivusuunnassa ja korkeussuunnassa. Tällöin kalvo on esimerkiksi noin 70 - 90 prosenttisesti vaahtotettu. Vaahtotusastetta voidaan yksinkertaisesti säätää painekammioon 15

syötettävän kaasun painetta säätämällä. Poikkisuuntaisessa orientointilaitteessa 17 on kaksi orientointipyörää 18 ja kumpaakin niitä vasten sovitettuna orientointinauha 19. Orientointinauha 19 on päättymätön nauha ja sen kulkua ohjataan nauhanohjausteloilla 20. Muovikalvon 5 reunat sovitetaan orientointipyörän 18 ja orientointinauhan 19 väliin. Tällöin muovikalvon 5 reunat ovat olennaisesti koko poikkisuuntaisen orientointilaitteen 17 matkalta tasaisesti ja orientointinauhalla 19 voimakkaasti orientointinauhan 19 ja orientointipyörän 18 väliin puristettuna, jolloin kalvoon ei aiheudu pistemäistä puristus- eikä vectorasitusta ja näin ollen muovikalvo venyy sivusuuntaan repeilemättä. Kuviossa 1 on muovikalvo 5 ja orientointipyörä 18 sekä orientointinauha 19 piirretty selvyiden vuoksi matkan päähän toisistaan, mutta tosiasiasa kyseiset osat ovat tiiviisti toisiaan vasten puristettuna. Orientointipyörät 18 ja vastaavasti orientointinauhat 19 on sovitettu siten, että ne ovat muovikalvon 5 kulkusuunnassa loppupäässä kauempana toisistaan kuin alkupäässä kuviossa 2 esitetyllä tavalla, jolloin poikkisuuntainen orientointilaitte 17 venyttää ja samalla orientoi muovikalvoa 5 poikittaisessa suunnassa. Orientointipyörien 18 ja orientointinauhojen 19 kulman poikkeamaa konesuunnasta voidaan säätää halutun poikkisuuntaisen venytyksen suuruuden säätämiseksi. Yksi tai useampia nauhanohjausteloja 20 voidaan sovittaa pyöritettäväksi pyöritysvälineiden avulla. Koska nauhat 19 ovat tiiviisti painautuneena orientointipyöriä 18 vasten ei orientointipyörien 18 yhteyteen välttämättä tarvita pyörityslaitteita, vaan ne voivat pyöriä vapaasti. Selvyiden vuoksi ei oheisissa kuvioissa ole esitetty laitteen pyöritys- ja muita käyttölaitteita. Muovikalvoa 5 on orientointipyörien 18 väliin sovitettu tukemaan olennaisesti orientointipyörien 18 kehän muotoa vastaava kaareva tukilevy 21.

Poikkisuuntainen orientointilaitte 17 voidaan sovittaa omaan koteloonsa 26. Kotelon 26 yhteyteen voidaan sovittaa haluttaessa erikseen sinänsä tunnettuja lämmittimiä, kuten säteilylämmittimiä, lämmittämään muovikalvoa 5.

Poikkisuuntaisen orientointilaitteen 17 jälkeen muovikalvo 5 johdetaan relaxointiyksikköön 22. Relaxointiyksikössä 22 muovikalvo 5 relaxoidaan, jolloin muovikalvo kutistuu hieman sinänsä tunnetulla tavalla. Lopuksi muovikalvo 5 kelataan rullalle 23.

Kuviossa 2 keksinnön mukainen laitteisto on esitetty ylhäältäpäin katsottuna ja suulakepuristimen 1 kohdalta poikkileikkattuna. Selvyiden vuoksi

ei kuviossa 2 ole esitetty muovikalvoa 5 eikä laitteiston tukirakenteita, joihin esimerkiksi laitteiston telat ja rullat sekä levyt on kiinnitetty.

Kuviossa 3 on esitetty suulakepuristimen 1 yksityiskohta kuvion 1 linjaa A-A pitkin poikkileikattuna. Tässä kohdassa ovat sekä ulompi staattori  
5 että sisempi staattori 4 poikkileikkaukseltaan pyöreitä. Tällöin myös muovimateriaali 5a on rengasmaisessa syöttökanavassa.

Kuviossa 4 on esitetty suulakepuristimen 1 yksityiskohta kuvion 1 linjaa B-B pitkin poikkileikattuna. Kyseisessä kohdassa näkyy sisemmän staattorin 4 leveä kärki ja suuttimen 6 muoto, jonka vaikutuksesta muovi 5a  
10 puristuu leveään ja matalaan rakoon, jolloin muovista 5a muodostuu litteä muovikalvo 5.

Kuviossa 5 on esitetty poikkisuuntaisen orientointilaitteen 17 yksityiskohta kuvion 1 linjaa C-C pitkin poikkileikattuna. Kuvioista 5 näkyy, miten orientointipyörä ja orientointinauha kiillautuvat toisiaan vasten puristaen väliin-  
15 sä muovikalvon 5. Tukilevy 21 voi olla muodostettu siten, että sen muovikalvoa 5 vasten oleva pinta on lämmitetty esimerkiksi sovittamalla siihen lämmitysvastus, jolloin muovikalvo 5 liukuu kyseistä liukupintaa pitkin erittäin helposti. Edelleen tukilevyn 21 sisältä voidaan puhalttaa ponnekaasua, esimerkiksi  
20 ilmaa aukkojen 21a läpi, jolloin aukkojen 21a läpi vuotava ponnekaasu saa aikaan liukulaakerin tukilevyn 21 ja muovikalvon 5 välille. Kyseinen kaasun voi haluttaessa olla lämmitetty, jolloin siis tukilevyn 21 liukupintaa ja muovikalvoa 5 lämmitetään aukkojen 21a läpi vuotavalla ponnekaasulla.

Kuviossa 6 on esitetty eräs keksinnön mukaisessa laitteessa käytettävä suulakepuristin 1. Kyseisen suulakepuristimen 1 suutin 6 levenee suulakepuristimen loppuosaan asti, eli siihen kohtaan, missä muovikalvo 5 tulee  
25 ulos suulakepuristimesta 1. Tällöin suulakepuristimen 1 suuttimessa 6 muoviin 5a kohdistuu koko ajan pituussuuntaisen orientaation lisäksi myös poikkisuuntainen orientaatio, jolloin muovikalvon 5 orientointi myöhemmässä käsittelyvaiheessa myös poikkisuuntaan helpottuu huomattavasti.

Kuviossa 7a on muovikalvo 5 esitetty sivultapäin katsottuna. Muovin 5a sisään on sekoitettu ennen suulakepuristusta kalsiumkarbonaattipartikke-  
30 leita 24. Kalsiumkarbonaattipartikkeleiden 24 sijaan voidaan muovin 5a sekaan seostaa myös jotain muuta materiaalia, joka saa aikaan muovimolekyylien ja muovin 5a sekaan seostetun materiaalin liitosrajapinnan repeytymisen muovikalvoa 5 venytettäessä siten, että repeytymiskohtiin muodostuu kavitaatiokuplia. Muovin 5a sekaan voidaan sekoittaa siten esimerkiksi jotain öljy-  
35



mäistä ainetta, kuten silikoni- tai parafiiniöljyä. Muovin 5a seassa olevat partikkelit saattavat aiheuttaa esimerkiksi muovissa 5a olevaan sähkökenttään pistemäisen epäsymmetrisyyden, kun taas öljymäinen aine muovin seassa ei olennaisesti aiheuta muovin sähköisten ominaisuuksien huononemista. Edelleen muovin 5a sekaan voidaan sekoittaa jotain sellaista ainetta, jonka sulamispiste on muovin 5a orientointilämpötilaa alhaisempi, kuten parafiinia, jolloin siis kyseinen aine on muovia 5a orientoitaessa sulaa. Muovin 5a materiaalina voidaan käyttää esimerkiksi polypropeenä PP, polymetyylipenteeniä TPX tai syklisiä olefiinikopolymeeriä COC. Polymetyylipenteenin ja syklisen olefiinikopolymeerin lämmönkesto-ominaisuudet ovat paremmat kuin esimerkiksi polypropeenilla. Myös sähkövaraukset pysyvät polymetyylipenteenissä ja syklisessä olefiinikopolymeerissä polypropeiinia paremmin korkeissa lämpötiloissa. Polymetyylipenteenin ja syklisen olefiinikopolymeerin prosessointi on erittäin hankalaa, mutta keksinnön mukaisella menetelmällä ja laitteella myös niistä tai niiden seoksista pystytään tekemään erittäin ohutta vaahdotettua muovikalvoa 5. Kuvion 7a tilanteessa ei muovikalvoa 5 ole vielä venytetty.

Kuvioissa 7b ja 7c on esitetty muovikalvo 5 sen jälkeen, kun sitä on venytetty konesuuntaisessa orientointilaitteessa 12 ja muovikalvoon 5 on jo vaikuttanut painekammion 15 paineistetun kaasun paine. Tällöin kavitaatiokupliin on diffundoitunut kaasua ja muodostanut niissä ylipaineen, jolloin on muodostunut kaasua sisältäviä kuplia 25. Kuvioden 7b ja 7c tilanteessa on muovikalvoon 5 kohdistunut ainoastaan konesuuntainen venytys ja tämän vuoksi kuplat 25 ovat kyllä pitkiä, mutta litteitä ja kapeita.

Kuviossa 7d on esitetty tilanne, missä muovikalvo 5 on venytetty myös poikkisuuntaan poikkisuuntaisella orientointilaitteella 17. Poikkisuuntaisessa orientointilaitteessa 17 on kuplissa 25 vielä kuvioden 7b ja 7c esittämässä tilanteessa ylipaineisena ollut kaasu päässyt vapautumaan leveys-suunnassa. Nyt siis kuplat 25 ovat myös leveitä. Edelleen kuplat 25 ovat kuitenkin litteitä, eli ne ovat muodoltaan lautas- tai kiekkomaisia. Kuplat 25 ovat varsin pieniä, niiden halkaisija on korkeintaan noin 100 mikrometriä ja niiden korkeus on taas tyypillisesti alle mikrometrin luokkaa, maksimissaan noin 10 mikrometriä. Menetelmällä ja laitteella aikaansaadaan kuitenkin erittäin ohuita muovikalvoja 5. Muovikalvot 5 voivat olla paksuudeltaan jopa vain noin 10 mikrometrin paksuisia.

Muovikalvoa 5 voidaan käyttää useissa eri käyttötarkoituksissa sinänsä tunnetuilla tavoilla. Muovikalvon 5 pintaan voidaan esimerkiksi sovittaa

- sähköjohtava pinnoite ainakin toiselle puolelle, jolloin kyseistä ratkaisua voidaan käyttää esimerkiksi mikrofonina tai kaiuttimena useissa erilaisissa akustisissa sovellutuksissa, esimerkiksi äänenvaimennuksessa. Muovikalvo 5 voi olla myös pysyvästi sähköisesti varattu esimerkiksi DC-koronavarausmenetelmällä.

- Piirustukset ja niihin liittyvä selitys on tarkoitettu vain havainnollistamaan keksinnön ajatusta. Yksityiskohdiltaan keksintö voi vaihdella patenttivaatimusten puitteissa. Niinpä muovikalvon 5 orientointisuunnat ja eri suuntiin tapahtuvien orientointien järjestys voi vaihdella. Keksinnön mukaisen muovikalvon valmistus on kuitenkin yksinkertaisin toteuttaa siten, että ensin muovikalvo orientoidaan konesuuntaan ja sen jälkeen siihen nähden poikittaiseen suuntaan.

## PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä muovikalvon valmistamiseksi, missä menetelmässä suulakepuristetaan muovikalvo (5), sekoitetaan muovikalvon (5) muovin (5a) sekaan ennen suulakepuristusta materiaalia, jonka vaikutuksesta venytettävään muovikalvoon (5) muodostuu kavitaatiokuplia ja orientoidaan muovikalvo (5) suulakepuristuksen jälkeen venyttämällä, t u n n e t t u siitä, että orientoinnin jälkeen saatetaan muovikalvoon (5) vaikuttamaan paineistettu kaasusiten, että kaasua diffundoituu kavitaatiokupliin, jolloin muovikalvoon (5) muodostuu kaasua sisältäviä kuplia (25).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kaasua saatetaan vaikuttamaan muovikalvoon (5) ensimmäisen orientaatiovaiheen jälkeen ja että tämän jälkeen muovikalvoon (5) kohdistetaan toinen, ensimmäiseen orientointiin nähden olennaisesti kohtisuora orientaatio siten, että toisen orientaation ja kaasun vaikutuksesta kaasua sisältävät kuplat (25) leviävät.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ensimmäisessä orientaatiovaiheessa muovikalvo (5) orientoidaan kone-suuntaan ja toisessa orientaatiovaiheessa muovikalvo (5) orientoidaan kone-suuntaan nähden olennaisesti poikittaiseen suuntaan.

4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että muovikalvoon (5) vaikuttavan kaasun paine on yli 3 baria.

5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että muovin (5a) sekaan sekoitetaan ennen suulakepuristusta öljymäistä ainetta tai ainetta, jonka sulamispiste on muovin (5a) orientointilämpötilaa alhaisempi.

6. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että muovikalvoa (5) lämmitetään samanaikaisesti kaasun syöttämisen kanssa.

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että paineistetun kaasun paine kohotetaan siten, että kaasun lämpötila kohoaa, jolloin paineistetulla kaasulla lämmitetään muovikalvoa (5).

8. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että paineistettua kaasua syötetään painekammioilla (15) ja painekammion ainakin toiseen päähän sovitetaan tiivistekammio (27) ja ime-

tään tiivistekammioon (27) vuotavaa kaasua ja johdetaan se takaisin painekammioon (15).

9. Laitteisto muovikalvon valmistamiseksi, mihin laitteistoon kuuluu suulakepuristin (1) ja ainakin yksi orientointilaitte (12, 17) suulakepuristetun kalvon (5) orientoimiseksi, t u n n e t t u siitä, että laitteistoon kuuluu ainakin yhden orientointilaitteen (12, 17) jälkeen sovitettut kaasunsyöttövälineet (15, 16) paineistetun kaasun syöttämiseksi muovikalvoon (5) venyttämällä tapahtuvan orientoinnin jälkeen siten, että syötetty kaasu diffundoituu muovikalvoon (5) venytyksessä muodostuviin kavitaatiokupliin, jolloin muovikalvoon muodostuu kaasua sisältäviä kuplia (25).

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että kaasunsyöttövälineet (15, 16) on sovitettu ensimmäisen orientointilaitteen (12) jälkeen ja että laitteistoon kuuluu muovikalvon (5) kulkusuunnassa ensimmäisen orientointilaitteen (12) ja kaasunsyöttövälineiden (15, 16) jälkeen sijaitseva toinen orientointilaitte (17), jolloin toinen orientointilaitte (17) on sovitettu orientoimaan muovikalvoa (5) ensimmäisen orientointilaitteen (12) orientoisuuntaan nähden olennaisesti poikittaiseen suuntaan siten, että toisen orientointilaitteen (17) ja kaasun vaikutuksesta kaasua sisältävät kuplat (25) leviävät.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että ensimmäinen orientointilaitte (12) on sovitettu orientoimaan muovikalvo (5) konesuuntaan ja toinen orientointilaitte (17) on sovitettu orientoimaan muovikalvo (5) konesuuntaan nähden olennaisesti poikittaiseen suuntaan.

12. Jonkin patenttivaatimuksen 9 - 11 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että kaasunsyöttövälineisiin kuuluu painekammio (15), jonka yhteyteen on sovitettu välineet muovikalvon (5) lämmittämiseksi.

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että laitteistoon kuuluu välineet paineistetun kaasun paineen kohottamiseksi siten, että kaasun lämpötila kohoaa niin korkeaksi, että se lämmittää muovikalvoa (5).

14. Jonkin patenttivaatimuksen 9 - 13 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että kaasunsyöttövälineisiin kuuluu painekammio (15) ja painekammion (15) ainakin toiseen päähän on sovitettu tiivistekammio (27).

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että kaasunsyöttövälineisiin kuuluu pumppu (16), joka on sovitettu imemään

kaasua tiivistekammioista (27) ja edelleen välineet tiivistekammioista (27) ime-  
tyn kaasun johtamiseksi painekammioon (15).

16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, että pumppu (16) on sovitettu imemään lisäilmaa tiivistekammion (27) kautta.

5 17. Muovikalvo, jossa on kuplia (25), joiden halkaisija on korkeintaan noin 100 mikrometriä ja korkeus korkeintaan noin 10 mikrometriä, jolloin muovikalvoon on kohdistettu venytys ja muovikalvon (5) muovin (5a) sekaan on sekoitettu materiaalia, jonka vaikutuksesta venytettyyn muovikalvoon on muodostunut kavitaatiokuplia, tunnettu siitä, että muovikalvoon on koh-  
10 distettu venytyksen jälkeen paineistetun kaasun paine siten, että kuplat (25) sisältävät kyseistä kaasua ja jolloin muovikalvon (5) vaahdotusaste on yli 70 %.

18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen muovikalvo, tunnettu siitä, että muovin (5a) sekaan venytettäessä muodostuvien kavitaatiokuplien  
15 aikaansaamiseksi on sekoitettu öljymäistä ainetta tai ainetta, jonka sulamispiste on muovin (5a) orientointilämpötilaa alhaisempi.

19. Patenttivaatimuksen 17 tai 18 mukainen muovikalvo, tunnettu siitä, että muovikalvo (5) on valmistettu polymetyylipenteenistä (TPX).

20. Patenttivaatimuksen 17 tai 18 mukainen muovikalvo, tunnettu siitä, että muovikalvo (5) on valmistettu syklistä olefiinikopolymeeristä (COC).

21. Patenttivaatimuksen 17 tai 18 mukainen muovikalvo, tunnettu siitä, että muovikalvo (5) on valmistettu polymetyylipenteenin (TPX) ja syklisen olefiinikopolymeerin (COC)-seoksesta.

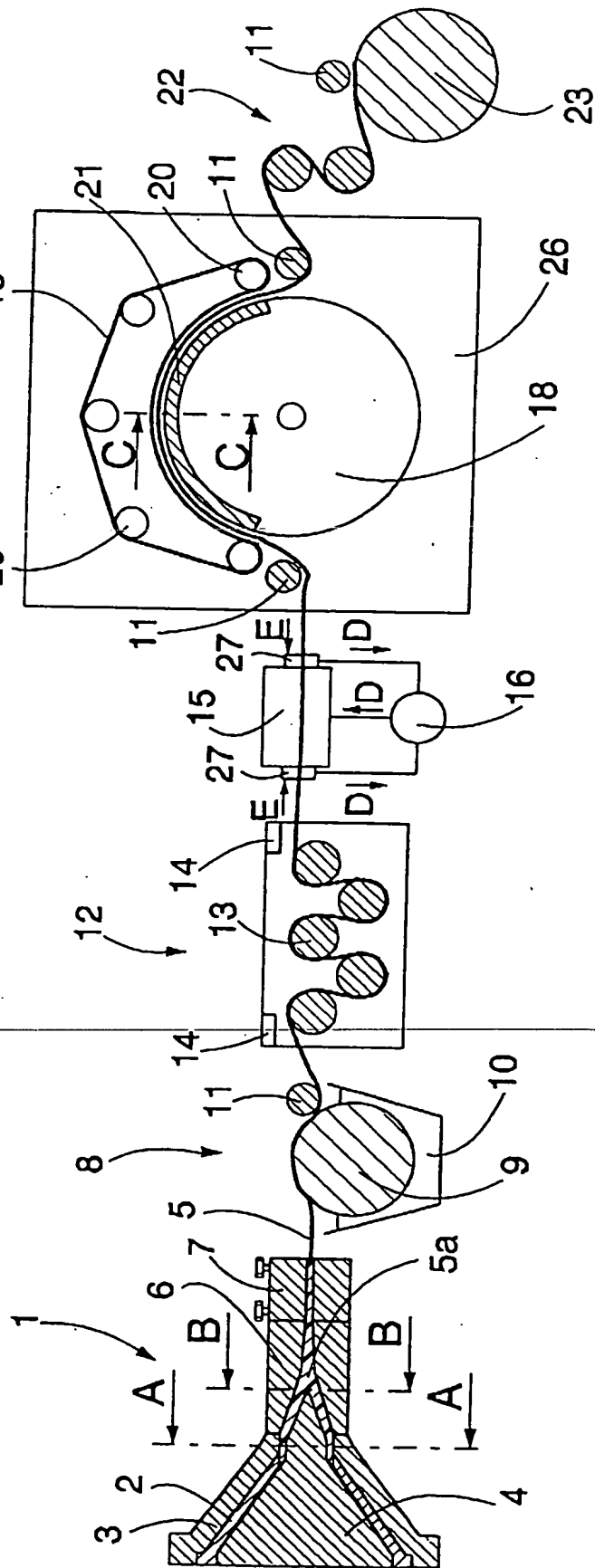
25 22. Jonkin patenttivaatimuksen 17 - 21 mukainen muovikalvo, tunnettu siitä, että muovikalvoon (5) on muodostettu sähköinen varaus.

23. Jonkin patenttivaatimuksen 17 - 22 mukainen muovikalvo, tunnettu siitä, että muovikalvo (5) on ainakin toiselta pinnaltaan pinnoitettu sähköäjohtavalla kerroksella.

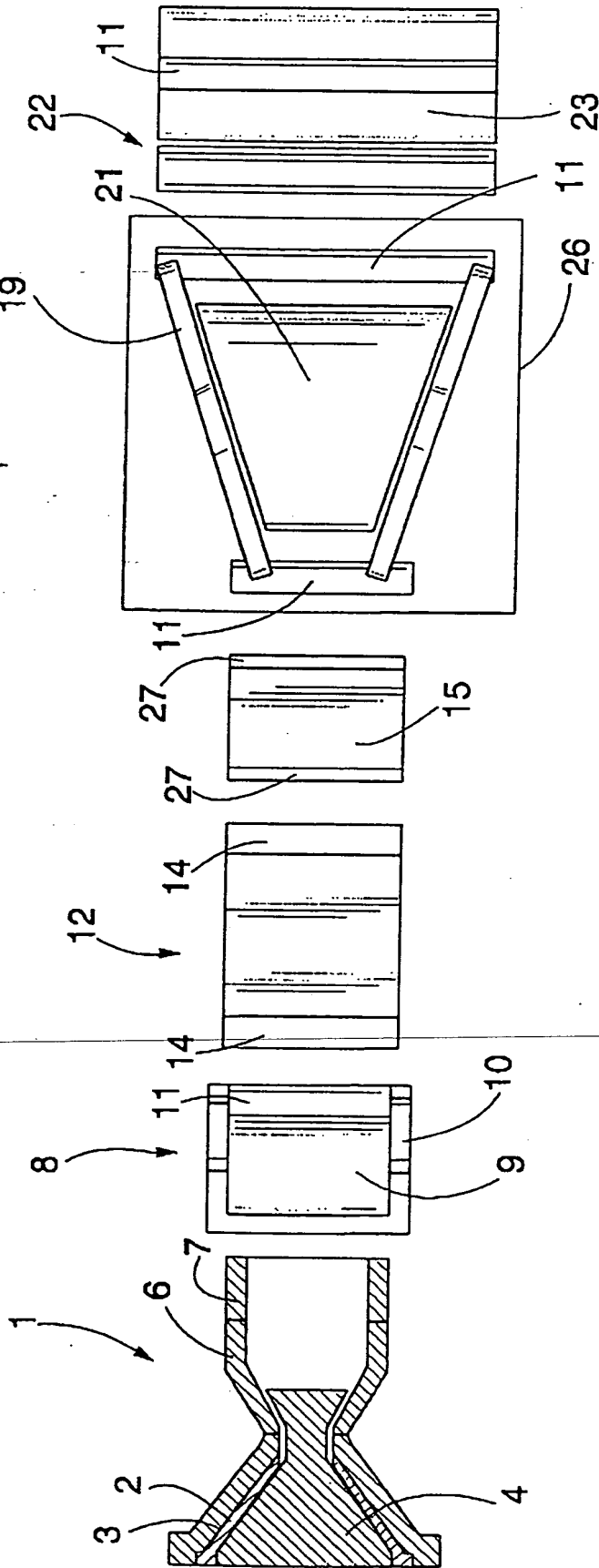
(57) Tiivistelmä

Keksinnön kohteena on menetelmä ja laitteisto muovikalvon valmistamiseksi ja muovikalvo. Keksinnössä suulakepuristimella (1) puristetaan muovimateriaalista (5a) kalvo (5), jota suulakepuristuksen jälkeen orientoidaan. Muovin (5a) sisään on sekoitettu materiaalia siten, että muovikalvoa (5) venytettäessä muovin (5a) sekaan sekoitettujen materiaalipartikkeleiden yhteyteen muodostuu kavitaatiokuplia. Orientoinnin jälkeen muovikalvoon säätetään vaikuttamaan korkealla paineella kaasua siten, että kaasu diffundoituu kavitaatiokupliin ja muodostaa niissä ylipaineen. Tällöin saadaan valmistettua ohutta vaahdotettua kalvoa (5), jonka vaahdotusaste on yli 70 %.

(Kuvio 1)

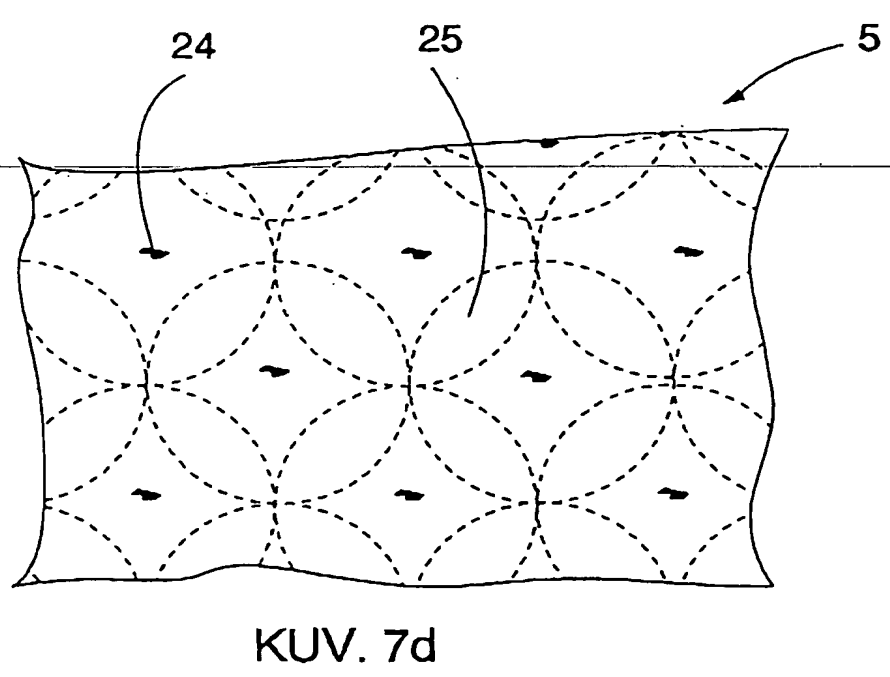
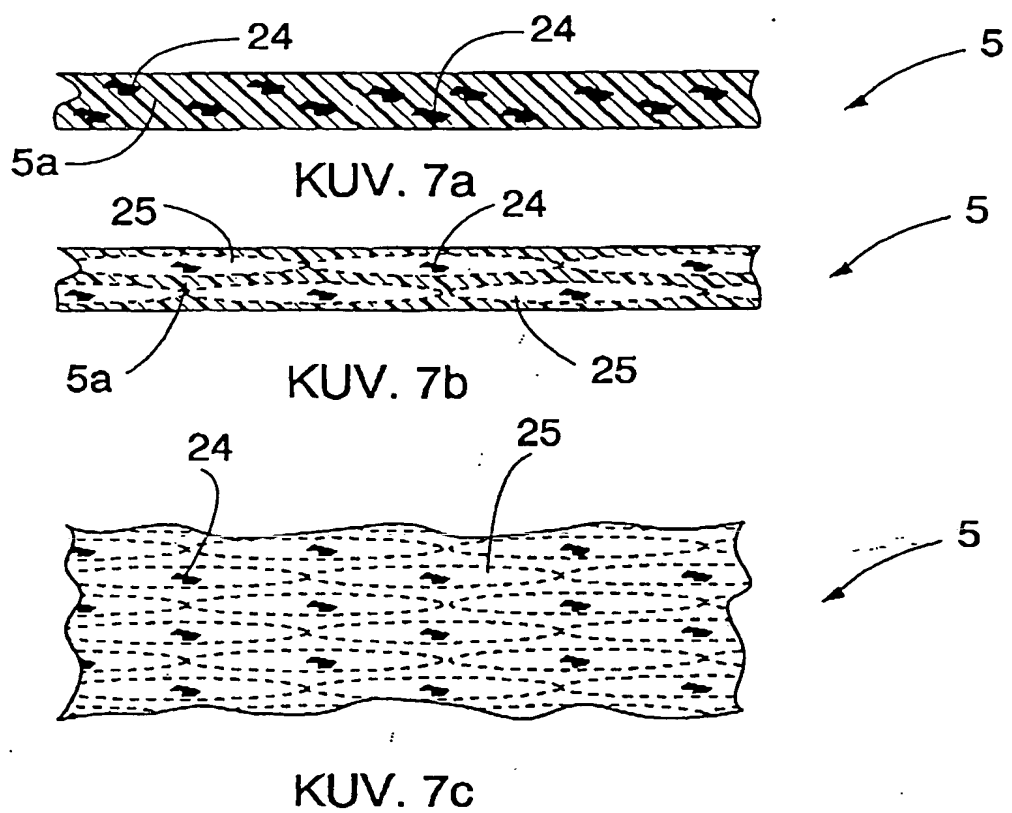


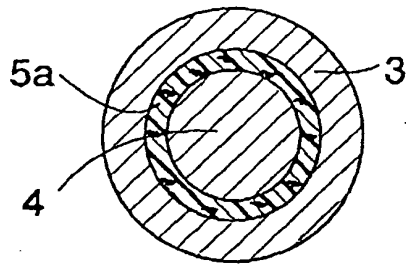
KUV. 1



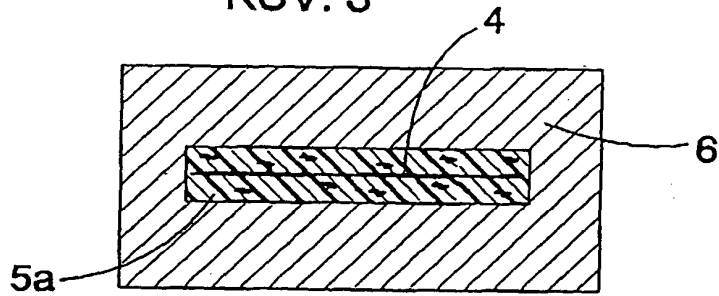
KUV. 2



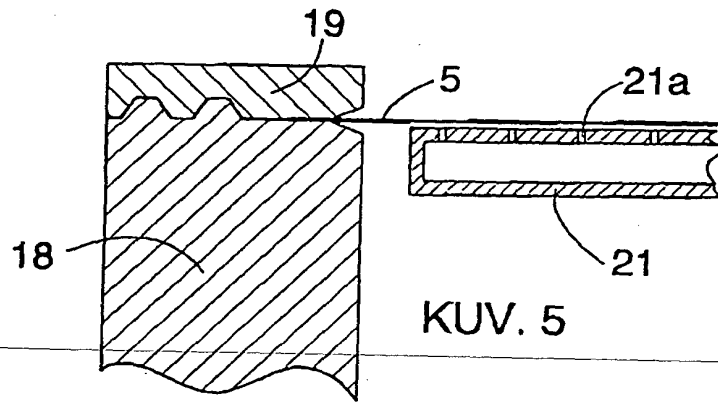




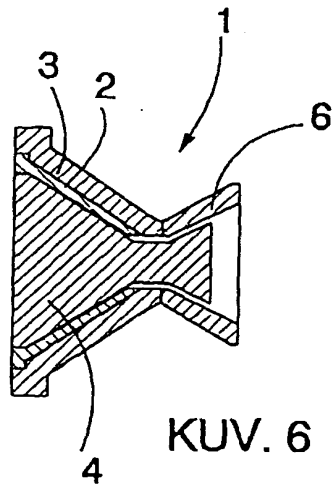
KUV. 3



KUV. 4



KUV. 5



KUV. 6